

**SULIT**



First Semester Examination  
Academic Session 2018/2019

December 2018/January 2019

**EAS253 – Teori Struktur**  
**(Theory of Structures)**

Duration : 3 hours  
(Masa : 3 jam)

Please check that this examination paper consists of **SIXTEEN (16)** pages of printed material including appendix before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **ENAM BELAS (16)** muka surat yang bercetak termasuk lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan ini].*

**Instructions:** This paper contains **SEVEN (7)** questions. **PART A IS COMPULSORY** and answer **TWO (2)** questions in **PART B**.

**[Arahan:** Kertas ini mengandungi **TUJUH (7)** soalan. **BAHAGIAN A WAJIB DIJAWAB** dan jawab **DUA (2)** soalan di **BAHAGIAN B**.]

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

*[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunapakai.]*

...2/-

**SULIT**

**PART A:** Answer ALL questions.

**BAHAGIAN A:** Jawab SEMUA soalan.

- (1). **Figure 1** shows a frame structure with pinned supports at A and E. An internal hinge is located at C. Inclined member AB is subjected to a uniformly distributed load of 4 kN/m in vertical direction. A uniformly distributed load of 3 kN/m acts along member BD and a horizontal point load of 35 kN acts at point D. For the given frame,

***Rajah 1** menunjukkan satu struktur kerangka dengan penyokong pin pada A dan E. Satu sambungan pin dalaman terletak pada C. Anggota condong AB dikenakan satu beban teragih seragam 4 kN/m dalam arah pugak. Satu beban teragih seragam 3 kN/m bertindak di sepanjang BD dan satu beban tumpu ufuk 35 kN bertindak pada D. Untuk kerangka yang diberikan,*

- (a). prove that the frame structure is statically determinate

*buktikan bahawa struktur kerangka berkaitan adalah boleh tentu statik*

- (b). draw the corresponding shear force and bending moment diagrams

*lukiskan gambarajah daya ricih dan momen lentur*

- (c). determine the axial force in member DE

*tentukan daya paksi dalam anggota DE*

- (d). sketch the corresponding qualitative deflected shape.

*lakarkan bentuk pesongan kualitatif.*

[20 marks/markah]

...3/-

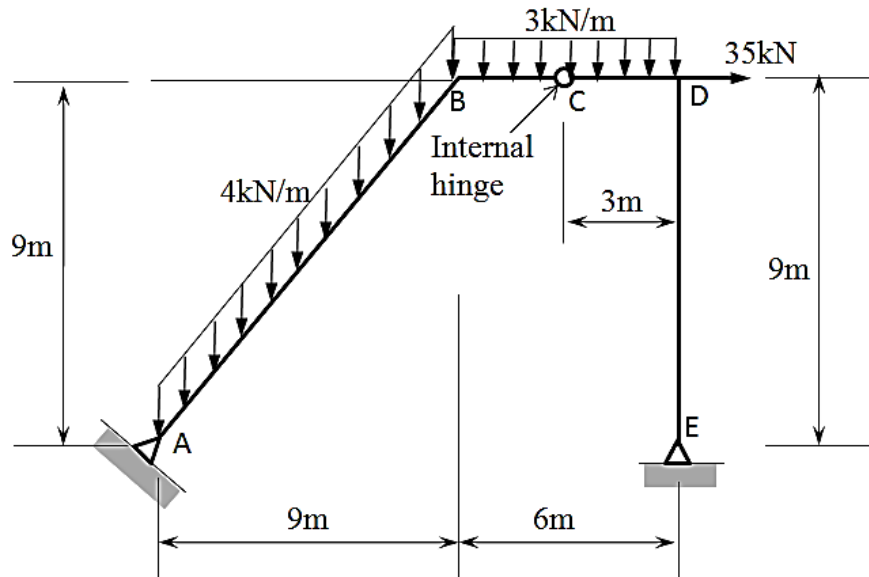


Figure 1/Rajah 1

- (2). (a). **Figure 2(a)** shows **FOUR (4)** different types of plane trusses. Check for the statical determinacy of the trusses. All supports and members are pinned connections.

**Rajah 2(a)** menunjukkan **EMPAT (4)** kekuda satah yang berbeza. Semak kebolehtentuan statik kekuda berkenaan. Semua sambungan adalah pin.

[4 marks/markah]

- (b). **Figure 2(b)** shows a plane truss with roller support at A and pinned support at F. Find the reactions at supports A and F. Identify zero force members, if any. Determine forces in member AB, BE and ED for the truss shown in **Figure 2(b)** by using section method. Next find the forces in member CB, CD and DB using joint method. Classify whether they are in tension or compression.

...4/-

**Rajah 2(b)** menunjukkan satu kekuda satah dengan penyokong rola di A dan penyokong pin di F. Kenalpasti anggota kekuda yang mungkin mempunyai daya sifar, sekiranya ada. Kira daya dalam anggota AB, BE, dan ED bagi kekuda dalam **Rajah 2(b)** menggunakan kaedah keratan. Kemudian kira nilai daya dalam anggota CB, CD dan DB menggunakan kaedah sambungan. Nyatakan sama ada anggota tersebut mengalami tegangan atau mampatan.

[12 marks/markah]

- (c). If point load at D of 10 kN in **Figure 2(b)** is acting upward, without any calculation, determine the new forces in members DE and DB. Specify if there are any changes in the values of the forces.

Sekiranya daya tumpu di D sebanyak 10 kN seperti dalam **Rajah 2(b)** bertindak ke atas, kira nilai baru daya dalam anggota DE dan DB. Terangkan sama ada anggota tersebut mengalami sebarang perubahan dalam nilai daya.

[4 marks/markah]

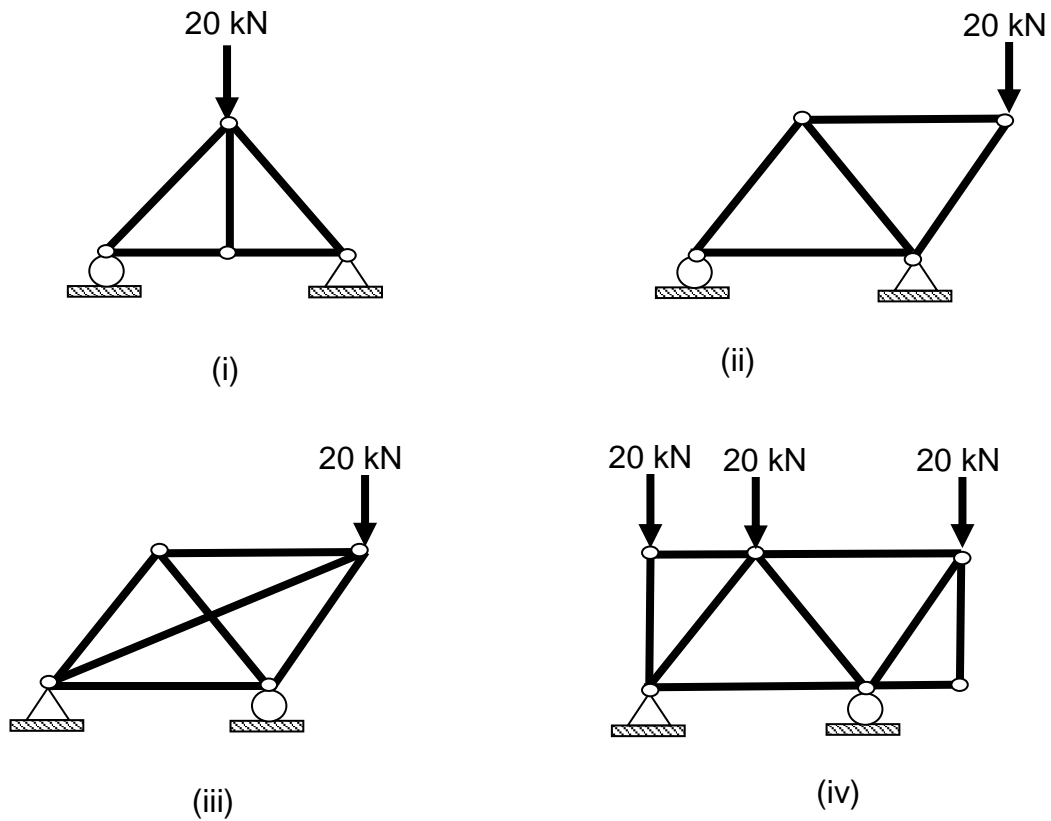


Figure 2(a)/Rajah 2(a)

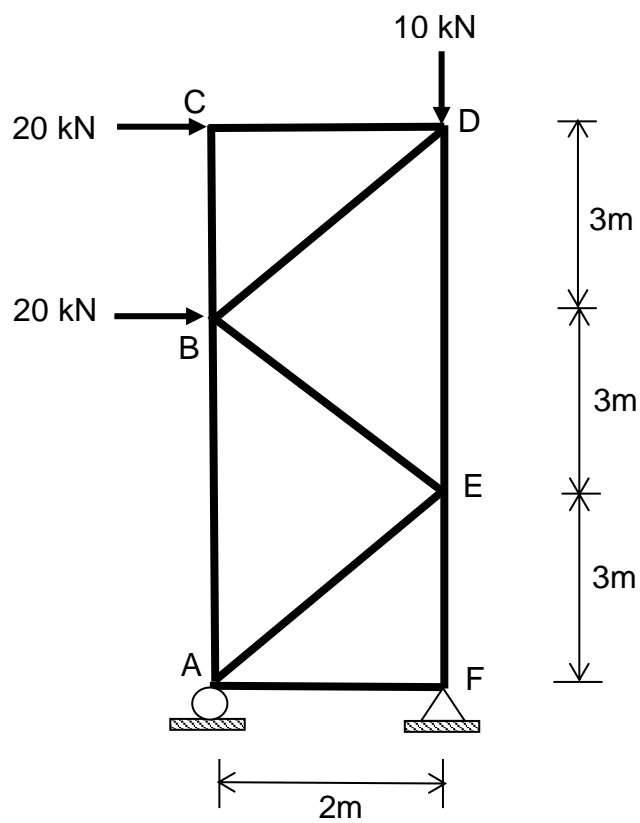


Figure 2(b)/Rajah 2(b)

- (3). (a). The conjugate-beam method is developed based on the similarity between the relationships among external applied load, internal shear force and bending moment and the relationships among  $M/EI$ , slope and deflection. Explain why when constructing a conjugate beam, a fixed support and a simple interior support in the real beam become a free end and an internal hinge in the conjugate beam, respectively.

*Kaedah rasuk konjugat dibangunkan berasaskan kesamaan antara hubungan-hubungan di antara beban luar, daya ricih dan momen lentur dan  $M/EI$ , kecerunan dan pesongan. Terangkan kenapa apabila membina rasuk konjugat, penyokong terikat dan penyokong dalaman mudah dalam rasuk sebenar masing-masing menjadi hujung bebas dan engsel dalaman dalam rasuk konjugat.*

[4 marks/markah]

- (b). A beam as shown in **Figure 3** is subjected to a point load of 35 kN at point B and a concentrated moment of 12 kNm at point E. Flexural rigidity for spans AC and CE are  $2EI$  and  $EI$ , respectively. Point C is an internal hinge. Given  $E = 200$  GPa and  $I = 150(10^6)$  mm<sup>4</sup>, calculate the maximum deflection of the beam. Use either moment-area method or conjugate-beam method.

*Satu rasuk seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 3** dikenakan beban tumpu 35 kN di titik B dan momen tertumpu 12 kNm di titik E. Ketegaran lenturan untuk rentang AC dan CE ialah masing-masing  $2EI$  dan  $EI$ . Titik C ialah engsel dalaman. Diberikan  $E = 200$  GPa dan  $I = 150(10^6)$  mm<sup>4</sup>, kirakan pesongan maksimum rasuk tersebut. Guna kaedah momen-luas atau kaedah rasuk konjugat.*

[16 marks/markah]

...7/-

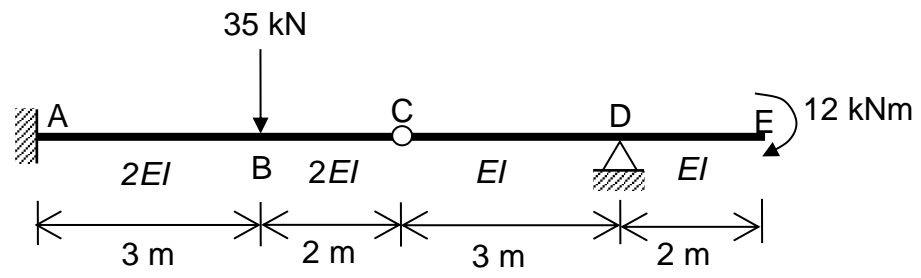


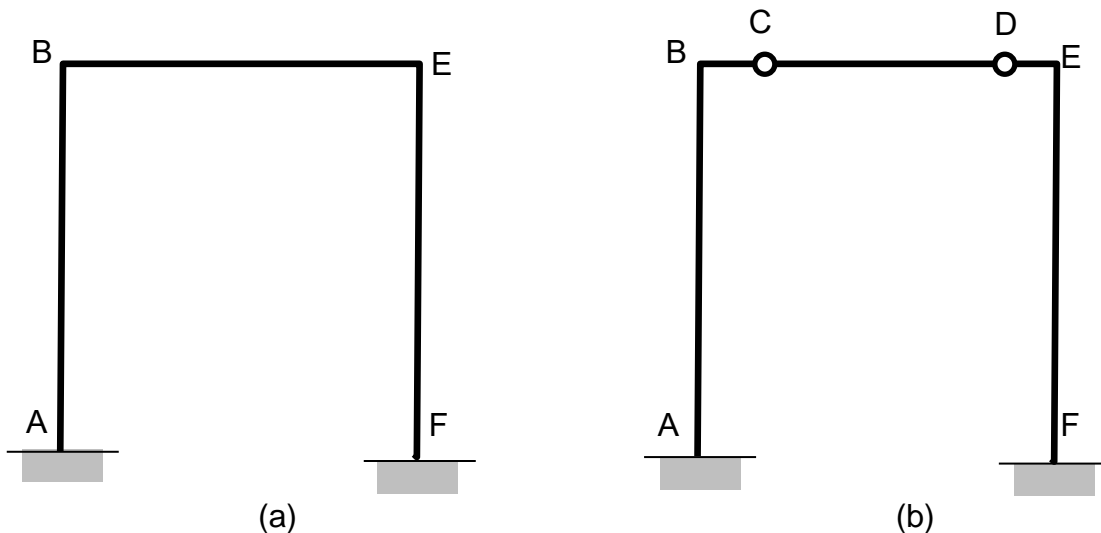
Figure 3/Rajah 3

**PART B:** Answer **TWO (2)** questions.  
**BAHAGIAN B:** Jawab **DUA (2)** soalan.

- (4). (a). **Figure 4(a)** shows a portal frame with fixed supports at A and F. Show that the degree of statical indeterminacy reduces from 3 to 1 when two internal hinged joints C and D are introduced into the frame as shown in **Figure 4(b)**.

***Rajah 4(a)** menunjukkan satu kerangka portal dengan penyokong tegar pada A dan F. Tunjukkan bahawa darjah ketidak-bolehtentuan statik berkurang dari 3 ke 1 apabila dua sambungan pin dalaman C dan D ditambah kepada kerangka seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 4(b)**.*

[2 marks/markah]



**Figure 4/Rajah 4**

...9/-



- (b). **Figure 5** shows a beam supported by a fixed support at A and a roller support D. An internal hinge is located at B. Uniformly distributed loads of  $7.5 \text{ kN/m}$  and  $2.5 \text{ kN/m}$  act along AD and DE, respectively. Point loads of  $25 \text{ kN}$  and  $15 \text{ kN}$  act at point C and E, respectively. For the given beam problem,

**Rajah 5** menunjukkan satu rasuk yang disokong oleh penyokong tegar pada A dan penyokong rola pada D. Satu sambungan pin dalaman terletak pada B. Beban teragih seragam  $7.5 \text{ kN/m}$  dan  $2.5 \text{ kN/m}$  masing-masing bertindak di sepanjang AD dan DE. Beban tumpu  $25 \text{ kN}$  dan  $15 \text{ kN}$  masing-masing bertindak pada C dan E. Untuk masalah rasuk yang diberi,

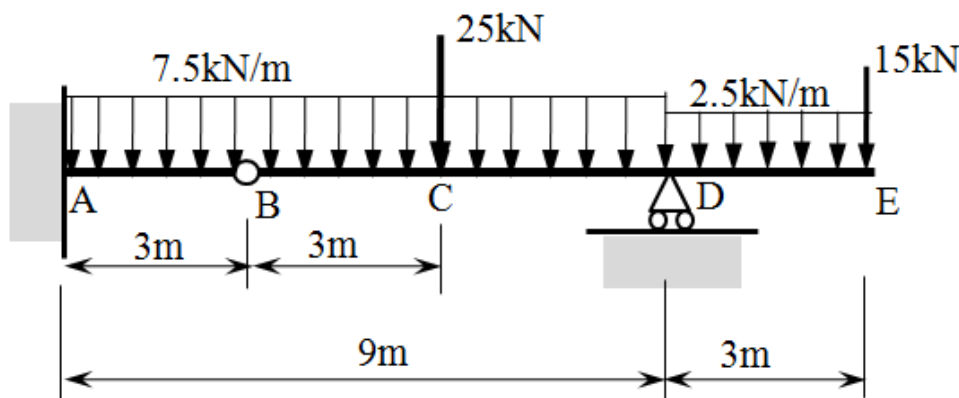
- (i). draw the corresponding shear force and bending moment diagrams

*lukiskan gambarajah daya ricih dan momen lentur*

- (ii). sketch the corresponding qualitative deflected shape.

*lakarkan bentuk pesongan kualitatif.*

[18 marks/markah]



**Figure 5/Rajah 5**

...10/-

- (5). (a). Derive the horizontal forces,  $H$  occurs in both symmetrical and unsymmetrical cables when subjected to uniformly distributed loads,  $w$  in term of span,  $L = l_1 + l_2$  and vertical distance from the lowest point to support,  $h$ . Specify any assumption made with the aid of sketches.

*Terbitkan nilai daya ufuk,  $H$  yang terhasil dalam kabel simetri dan tidak simetri apabila dikenakan beban teragih seragam,  $w$  dalam terma rentang,  $L = l_1 + l_2$  dan jarak menegak dari titik terbawah ke penyokong,  $h$ . Nyatakan sebarang anggapan yang digunakan berbantuan lakaran.*

[4 marks/markah]

- (b). The cable system shown in **Figure 6** carries a uniformly distributed load of 10 kN/m between the supports and two point loads of 40 kN and 60 kN at 10 m away from supports A and B, respectively. The horizontal distance between supports is 50 m and the vertical distance between the lowest point and the left hand support is 3 m. The right hand support is 6 m higher than the left support.

*Satu sistem kabel seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 6**, menanggung beban teragih seragam sebanyak 10 kN/m di sepanjang rentang antara kedua-dua penyokong dan dua beban tumpu 40 kN dan 60 kN yang berjarak 10 m dari kedua-dua penyokong A dan B. Jarak ufuk antara penyokong ialah 50 m dan jarak menegak dari titik terendah dan penyokong di sebelah kiri ialah 3 m. Penyokong di sebelah kanan berada 6 m lebih tinggi daripada penyokong kiri.*

Determine/Kira:

- (i). the lowest point of the cable (x).

*Kedudukan titik terendah kabel (x).*

- (ii). the maximum and minimum tension between A and B ( $T_{\max}$  and  $T_{\min}$ ).

*nilai tegangan maksimum dan minimum kabel antara penyokong A dan B ( $T_{\max}$  dan  $T_{\min}$ )*

- (iii). the tension in anchor cables ( $T_A'$  and  $T_B'$ ).

*tegangan kabel sauh ( $T_A'$  dan  $T_B'$ )*

- (iv). vertical and horizontal reactions at supports A and B ( $R_{VA}$ ,  $R_{HA}$  and  $R_{VB}$ ,  $R_{HB}$ ).

*tindakbalas menegak dan mengufuk di penyokong A dan B ( $R_{VA}$ ,  $R_{HA}$  dan  $R_{VB}$ ,  $R_{HB}$ )*

- (v). minimum size of the cable, if the allowable stress is 15500 kN/m<sup>2</sup>.

*saiz minima kabel yang diperlukan sekiranya tegasan kabel dibenarkan ialah 15500 kN/m<sup>2</sup>.*

[16 marks/markah]

**...12/-**

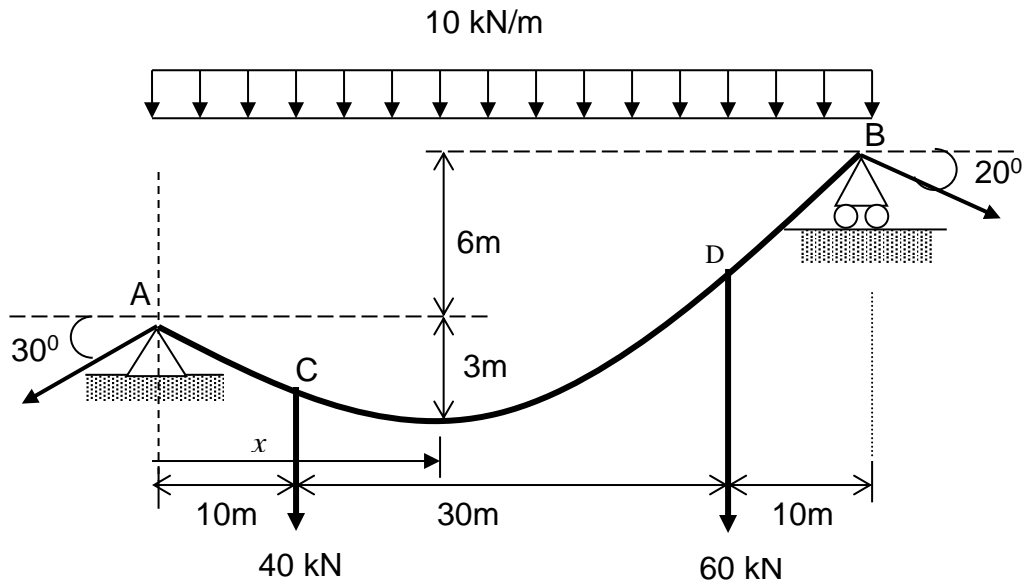


Figure 6/Rajah 6

- (6). (a). Check the static determinacy of both determinate and indeterminate arches as shown in **Figure 7(a)**.

*Semak kebolehtentuan statik kedua-dua gerbang boleh tentu statik dan tidak boleh tentu statik dalam **Rajah 7(a)**.*

[4 marks/markah]

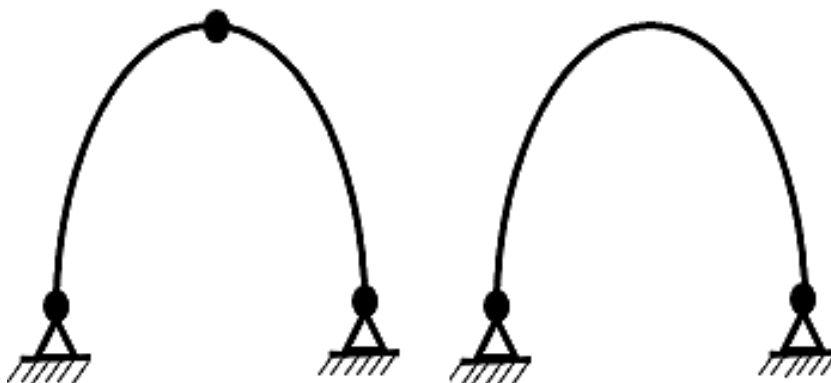


Figure 7(a)/Rajah 7(a)

...13/-

- (b). An unsymmetrical three pinned arch in the form of parabolic given by  $y = \frac{4hx(L-x)}{L^2}$  arch is designed to carry a uniformly distributed load of 10 kN/m throughout the bridge deck as shown in **Figure 7(b)** and point loads of 100 kN and 80 kN at points D and E. Joints A, B and C are hinged.

*Gerbang tiga engsel tidak simetri berbentuk parabolik diberi sebagai  $y = \frac{4hx(L-x)}{L^2}$  dalam **Rajah 7(b)** direkabentuk untuk membawa beban teragih seragam sebanyak 10 kN/m sepanjang geledak jambatan dan beban tumpu 100 kN dan 80 kN di titik D dan E. Sambungan A, B dan C adalah engsel.*

Determine/Tentukan:

- (i). support reactions at A and C.

*daya tindakbalas di penyokong A dan C.*

[8 marks/markah]

- (ii). bending moment at D and E. Sketch the bending moment diagram of the arch for a span ADBEC.

*momen lentur di titik D dan E. Lakarkan rajah moment lentur untuk gerbang tersebut untuk rentang ADBEC.*

[4 marks/markah]

- (iii). shear force, Q and thrust, N at point D (with loading).

*daya ricih, Q dan daya paksi N di titik D (dengan beban kenaan).*

[4 marks/markah]

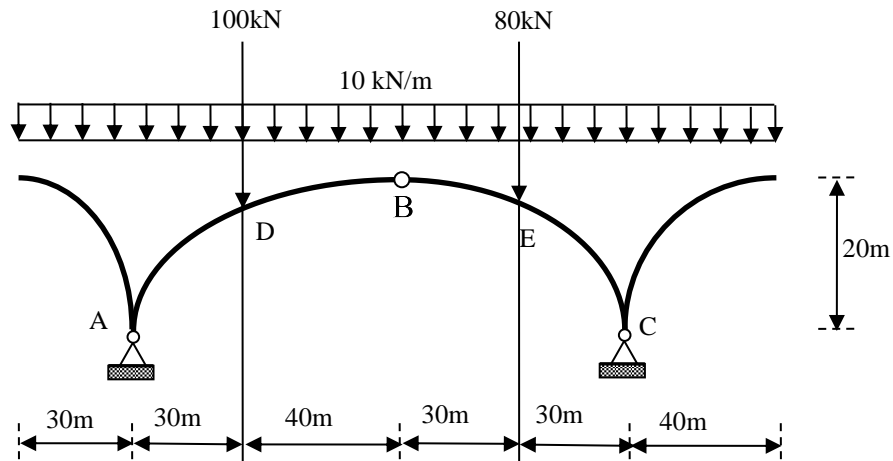


Figure 7(b)/Rajah 7(b)

- (7). (a). Explain the differences between influence lines and the diagrams of structural response such as shear force diagram and bending moment diagram.

*Jelaskan perbezaan antara garis imbas dan gambarajah untuk tindakbalas struktur seperti gambarajah daya ricih dan gambarajah momen lentur.*

[4 marks/markah]

- (b). **Figure 8** shows a bridge girder which is constructed to allow vehicle to travel on it. Draw the influence lines for

**Rajah 8** menunjukkan satu galang jambatan yang dibina untuk kenderaan melaluinya. Lukis garis imbas untuk

- (i). the reactions at supports B and E,

*tindakbalas di penyokong B dan E,*

- (ii). the shear at point C which is just to the right of support, and

*daya ricih di titik C yang berada hanya sedikit kanan dari penyokong, dan*

- (iii). the bending moment at point D.

*momen lentur di titik D.*

[10 marks/markah]

- (c). Determine the maximum values of the shear at point C and bending moment at point D due to a truck travels from point A to point G and from point G to Point A.

*Tentukan nilai maksimum untuk daya ricih di titik C dan momen lentur di titik D disebabkan sebuah lori yang bergerak dari titik A ke titik G dan dari titik G ke titik A.*

[6 marks/markah]

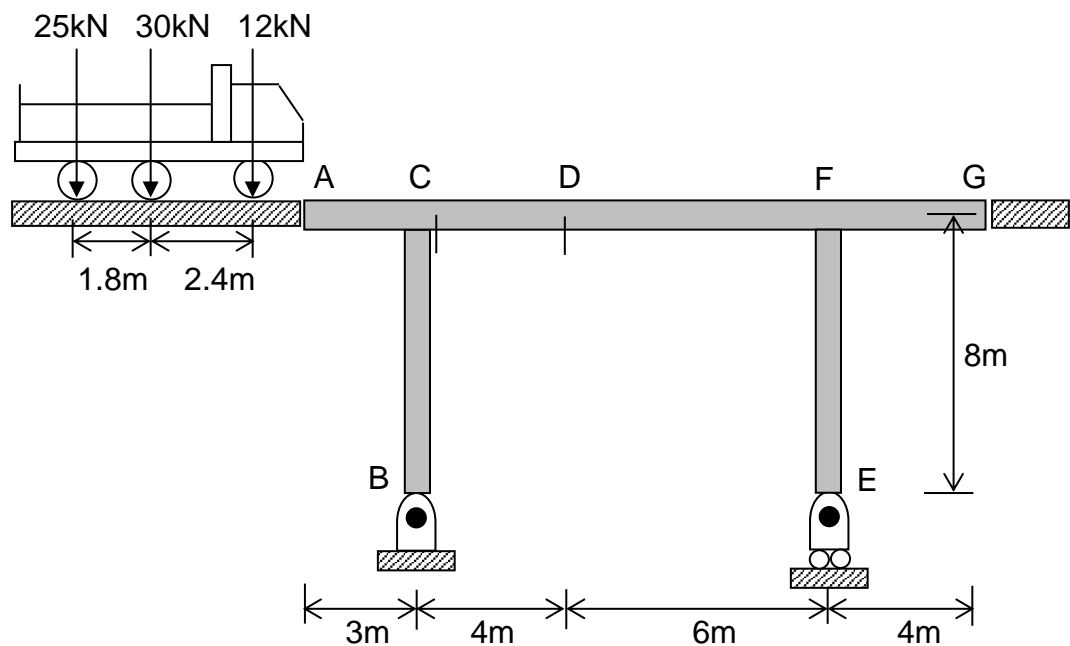
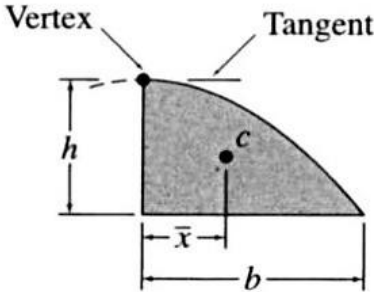
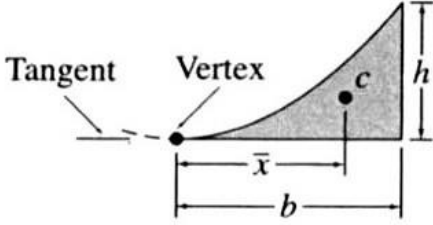
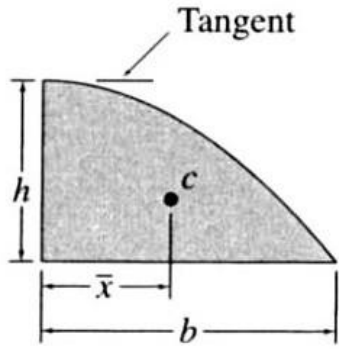
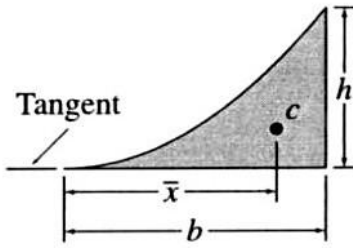


Figure 8/Rajah 8

...16/-

## Appendix/Lampiran

## Areas and Centroids of Geometric Shapes

Shape	Area	Centroid
<p>Semi-parabola</p> 	$A = \frac{2bh}{3}$	$\bar{x} = \frac{3b}{8}$
<p>Parabolic spandrel</p> 	$A = \frac{bh}{3}$	$\bar{x} = \frac{3b}{4}$
<p>Cubic</p> 	$A = \frac{3bh}{4}$	$\bar{x} = \frac{2b}{5}$
<p>Cubic spandrel</p> 	$A = \frac{bh}{4}$	$\bar{x} = \frac{4b}{5}$

-oooOOOooo-